

①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ **Gebrauchsmuster**
⑩ **DE 296 05 835 U 1**

⑤1 Int. Cl. 6:
H 05 B 41/29
A 61 N 5/06
H 05 B 41/392
H 02 M 7/02

②1 Aktenzeichen:	296 05 835.1
②2 Anmeldetag:	29. 3. 96
④7 Eintragungstag:	24. 7. 97
④3 Bekanntmachung im Patentblatt:	4. 9. 97

DE 296 05 835 U 1

⑦3 Inhaber:
Lohmann-Werke GmbH & Co, 33604 Bielefeld, DE

⑦4 Vertreter:
TER MEER STEINMEISTER & Partner GbR
Patentanwälte, 33617 Bielefeld

⑤4 Bestrahlungsgerät

DE 296 05 835 U 1

BESCHREIBUNG

Die Erfindung betrifft ein Bestrahlungsgerät mit mehreren Leuchtstofflampen und zugehörigen elektronischen Vorschaltgeräten. Insbesondere befaßt sich
5 die Erfindung mit Bestrahlungsgeräten, die als sogenannte Bräunungsliegen zur Bestrahlung des menschlichen Körpers mit ultravioletter Strahlung zu kosmetischen oder therapeutischen Zwecken eingesetzt werden.

Bei herkömmlichen Bestrahlungsgeräten dieser Art wird die Strahlungsquel-
10 le durch eine größere Anzahl von Leuchtstofflampen gebildet, in denen durch Gasentladung Licht mit einem relativ hohen Ultraviolett-Anteil (UV A und UV B) erzeugt wird. Zum Zünden der Gasentladung und zur Strombegrenzung während des Betriebs der Lampe wird ein Vorschaltgerät benötigt. Üblicher-
15 weise wird das Vorschaltgerät durch eine Drossel mit relativ hoher Induktivität gebildet, die beim Einschalten durch Induktion die notwendige Zündspannung erzeugt und dann während des fortdauernden Betriebs der Lampe mit Netz-Wechselstrom (50 Hz) die Stromstärke begrenzt.

In Verbindung mit sogenannten Stromsparlampen, die auf einem ähnlichen
20 Prinzip beruhen wie die hier betrachteten UV-Bestrahlungslampen, sind elektronische Vorschaltgeräte entwickelt worden. Ein solches elektronisches Vorschaltgerät weist einen Gleichrichter zum Gleichrichten der Netzwechselspannung auf. Die gleichgerichtete Spannung wird dann mit Hilfe einer beispielsweise durch Leistungstransistoren gebildeten Leistungseinheit in ei-
25 ne gepulste Spannung mit einer relativ hohen Frequenz in der Größenordnung von 30 - 40 kHz umgewandelt. Wegen der hohen Betriebsfrequenz braucht die Drossel nur eine sehr geringe Induktivität aufzuweisen. Es ist deshalb möglich, eine kleinbauende Drossel mit verlustärmeren Kernmaterialien zu verwenden. Die Drossel bildet mit einer parallel zur Lampe geschalte-
30 ten Kapazität einen Schwingkreis mit einer Resonanzfrequenz, die etwas oberhalb der Betriebsfrequenz der Lampe liegt. Zum Zünden der Lampe wird die Frequenz der gepulsten Spannung von einem hohen Anfangswert aus allmählich auf die Betriebsfrequenz verringert, so daß die Resonanzfrequenz des Schwingkreises durchfahren wird und durch Resonanz vorübergehend
35 die notwendige Zündspannung erzeugt wird.

Die herkömmlichen Vorschaltgeräte sind jeweils für eine Lampe mit einer

bestimmten Leistung ausgelegt. Bei den marktgängigen Vorschaltgeräten liegt die Leistung zumeist in der Größenordnung von etwa 20 W, doch sind auch Vorschaltgeräte mit für Lampenleistungen bis zu 100 W im Handel erhältlich.

5

In DE 43 12 547 A wird ein Bräunungsgerät nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1 beschrieben, bei dem für jede einzelne Lampe, die eine Leistung von etwa 100 W hat, ein elektronisches Vorschaltgerät der oben beschriebenen Art vorgesehen ist. Die Vorschaltgeräte können durch eine zentrale Steuerung, beispielsweise einen Mikrocontroller, angesteuert werden, und es ist möglich, die Leistung der Lampen individuell zu regeln, um die Bestrahlungsintensität an den jeweiligen therapeutischen Zweck oder an den Hauttyp des Benutzers anzupassen. Die Leistungsregelung wird dadurch bewirkt, daß die Frequenz der gepulsten Spannung des Vorschaltgerätes variiert wird.

15

Das in der oben genannten Druckschrift vorgeschlagene Bestrahlungsgerät erweist sich jedoch als relativ kostspielig, da für jede einzelne Lampe ein teures Vorschaltgerät mit der entsprechenden Leistung benötigt wird.

20 Aufgabe der Erfindung ist es, ein Bestrahlungsgerät der im Oberbegriff des Anspruchs 1 angegebenen Art zu schaffen, das kostengünstiger realisiert werden kann.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß die Leistungseinheiten der Vorschaltgeräte für mehrere Leuchtstofflampen durch eine gemeinsame Gleichspannungsquelle gespeist werden.

25

Erfindungsgemäß sind somit einerseits die bisher in ein einziges Gerät integrierten Funktionen: "Umwandeln der Netzspannung in die Gleichspannung" und "Umwandeln der Gleichspannung in die hochfrequente Spannung" auf getrennte Baugruppen aufgeteilt, und andererseits sind mehrere Vorschaltgeräte für eine entsprechende Vielzahl von Leuchtstofflampen zu einer Gruppe zusammengefaßt. Innerhalb einer solchen Gruppe ist zum Umwandeln der Netzspannung in die Gleichspannung nur eine einzige Gleichspannungsquelle vorgesehen, die sämtliche Leistungseinheiten der Gruppe speist. Auf diese Weise kann die Anzahl der insgesamt benötigten Bauelemente und damit auch der für die Verdrahtung erforderliche Arbeitsaufwand beträchtlich reduziert

30

35

werden. Hierdurch wird gegenüber der Verwendung herkömmlicher Vorschaltgeräte eine beträchtliche Kostenersparnis erreicht.

Für Bestrahlungsgeräte werden üblicherweise je nach Gerätetyp Leuchtstofflampen mit einer Leistung von 160 W, einer Leistung von 100 W oder einer geringeren Leistung eingesetzt. Für Geräte, die mit 160 W-Lampen bestückt waren, standen jedoch bisher keine elektronischen Vorschaltgeräte zur Verfügung. Bei dem erfindungsgemäßen Bestrahlungsgerät sind die Leistungseinheiten vorzugsweise auf eine Leistung von 160 W oder mehr ausgelegt, so daß auch die 160-W-Lampen mit elektronischen Vorschaltgeräten betrieben werden können. Dieselben Vorschaltgeräte lassen sich jedoch auch für Lampen mit einer Leistung von 100 W oder weniger einsetzen. Zur Anpassung an die jeweilige Leistung der Lampen brauchen allenfalls die Drosseln und die zugehörigen Kondensatoren ausgetauscht zu werden. Die gesamte übrige Elektronik kann unverändert beibehalten werden. Hierdurch wird eine rationelle Herstellung der Vorschaltgeräte-Gruppen in Großserie ermöglicht und somit eine weitere Kostenersparnis erreicht. Die für die jeweilige Lampenleistung ausgelegten Drosseln sind relativ kleinbauend und sind vorzugsweise mit den jeweils zugehörigen Kondensatoren zu einem auswechselbaren Modul zusammengefaßt. Bei der Herstellung oder Umrüstung der elektronischen Steuerung für einen bestimmten Bestrahlungsgerätetyp ergeben sich somit nur geringe Lager- und Arbeitskosten.

Wenn Bestrahlungsgeräte, die eine Vielzahl dicht an dicht angeordneter Leuchtstofflampen aufweisen, mit elektronische Vorschaltgeräten ausgerüstet werden sollen, besteht generell das Problem, daß sich die in den einzelnen Vorschaltgeräten und Lampen auftretenden Hochfrequenzsignale als Störsignale in den benachbarten Einheiten bemerkbar machen. Es ist deshalb überaus schwierig, einen stabilen Betrieb des Gesamtgerätes aufrechtzuerhalten.

Dieses Problem wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß die Leistungseinheiten der Vorschaltgeräte für eine Gruppe benachbarter Leuchtstofflampen mit Frequenz- und phasengleichen Taktsignalen angesteuert werden. Da somit die hochfrequenten, gepulsten Spannungen für sämtliche Lampen der Gruppe von vornherein "gleichgeschaltet" sind, werden wechselseitige Störeinflüsse weitgehend eliminiert. Dieses Lösungsprinzip ist auch dann an-

wendbar, wenn abweichend vom Gegenstand des Anspruchs 1 für jede Leistungseinheit eine gesonderte Gleichspannungsquelle vorgesehen ist.

Eine Leistungsregelung oder ein Dimmen der Leuchtstofflampen wird erfindungsgemäß dadurch bewirkt, daß das Tastverhältnis der gepulsten Hochfrequenzsignale variiert wird. Wenn die Lampen nur gruppenweise gedimmt werden sollen, können sämtliche Leistungseinheiten der Gruppe mit identischen Impulssignalen angesteuert werden. Theoretisch wäre es in diesem Fall sogar denkbar, eine gemeinsame Leistungseinheit für mehrere Lampen vorzusehen. Im allgemeinen wird jedoch eine gesonderte Leistungseinheit für jede Lampe zweckmäßiger sein, da andernfalls die Leistungshalbleiterelemente für sehr hohe Leistungen ausgelegt werden müßten.

Wenn die Leistung jeder Lampe individuell geregelt werden soll, sind die ansteigenden und/oder fallenden Flanken der Ansteuerimpulse für die einzelnen Lampen nicht genau synchron. Auch in diesem Fall lassen sich jedoch wechselseitige Störungen weitgehend unterdrücken, wenn die Ansteuerimpulse frequenz- und phasengleich sind. Phasengleichheit bedeutet in diesem Fall, daß entweder die ansteigenden Flanken oder die abfallenden Flanken oder die Impulsmitten der Ansteuerimpulse synchron sind.

Mit zunehmender Leistung der Gleichstromquellen wird es immer schwieriger, die elektromagnetische Verträglichkeit des Gerätes zu gewährleisten. Im Hinblick auf dieses Problem ist erfindungsgemäß dem Gleichrichter der Gleichspannungsquelle ein Tiefpaß-Filter vorgeschaltet, dessen Grenzfrequenz in der Größenordnung der dreifachen Netzfrequenz liegt. Da ein Netzteil unter Last das Netz vor allem mit Oberwellen ungerader Ordnung belastet, läßt sich durch die Dämpfung der dritten und höherer Oberwellen mit Hilfe des Tiefpaßfilters die Netzbelastung durch Oberwellen wirksam reduzieren. Besonders zweckmäßig ist die Verwendung eines LC-Filters, das als Tiefpaß zweiter Ordnung geschaltet ist. In diesem Fall läßt sich bei gegebener Netzspannung durch Resonanzüberhöhung eine höhere Gleichspannung erhalten, wodurch ein stabilerer Betrieb der Leuchtstofflampen ermöglicht wird und eine größere Toleranz der Vorschaltgeräte gegenüber Unterschieden zwischen verschiedenen Lampenfabrikaten erreicht wird. Durch geeignete Wahl der Induktivität und der Kapazität läßt sich bei wirksamer Unterdrückung von Oberwellen auch eine annähernde Phasengleichheit von Strom

und Spannung erreichen, so daß sich das Netzteil nahezu wie eine Ohmsche Last verhält.

Im folgenden werden bevorzugte Ausführungsbeispiele der Erfindung anhand
5 der Zeichnung näher erläutert.

Es zeigen:

- 10 Fig. 1 ein Blockdiagramm des Bestrahlungsgerätes;
- Fig. 2 eine schematische Schaltskizze einer Leistungseinheit eines
Vorschaltgerätes mit zugehöriger Leuchtstofflampe;
- 15 Fig. 3 Wellenformen verschiedener Signale in der Schaltung nach
Figur 2;
- Fig. 4 eine schematische Schaltskizze einer Gleichspannungsquelle;
- 20 Fig. 5 die Wellenformen der Netzbelastung für eine Gleichspannungs-
quelle nach Figur 4 und eine entsprechende Gleichspannungs-
quelle ohne Filter; und
- 25 Fig. 6 das Frequenzspektrum der Wellenform nach Figur 5 für die
Gleichspannungsquelle ohne Filter sowie die Übertragungskurve
des Filters.

Das in Figur 1 als Blockdiagramm dargestellte Bestrahlungsgerät weist eine
Gruppe von Leuchtstofflampen 10 auf, die in verhältnismäßig dichter
Packung parallel nebeneinanderliegend in dem Bestrahlungsgerät angeordnet
30 sind und durch eine Vorschaltgeräteeinheit 12 angesteuert werden. Die Vor-
schaltgeräteeinheit 12 umfaßt eine Steuereinheit 14, die beispielsweise
durch einen Mikrocontroller gebildet wird, ein Leistungsteil 16, eine Gleich-
spannungsquelle 18 und ein Niederspannungsnetzteil 20. An die Steuerein-
heit 14 sind weiterhin ein optischer Sensor 22 und eine Bedienungskonsole
35 24 angeschlossen.

Jede der Leuchtstofflampen 10 hat eine Leistung von 160 W und wird durch

eine zugehörige Leistungseinheit 26 angesteuert. Die Leistungseinheiten 26 für sämtliche Leuchtstofflampen 10 der Gruppe sind auf einer gemeinsamen Platine angeordnet und bilden zusammen das Leistungsteil 16. Die Gleichspannungsquelle 18 wandelt die Netzspannung, beispielsweise eine 50 Hz-Wechselspannung von 220 V, in eine Gleichspannung von etwa 340 V um und versorgt sämtliche Leistungseinheiten 26 mit dieser Gleichspannung.

Die Steuereinheit 14 wird durch das Niederspannungsnetzteil 20 mit Betriebsspannung versorgt und erzeugt anhand eines in der Steuereinheit gespeicherten Programms sowie anhand von Signalen, die sie von dem optischen Sensor 22 und der Bedienungskonsole 24 erhält, Steuersignale A und B für die Leistungseinheiten 26. Im gezeigten Beispiel erhalten sämtliche Leistungseinheiten 26 während des normalen Betriebs des Bestrahlungsgerätes dieselben Steuersignale A und B, so daß sämtliche Leuchtstofflampen 10 der Gruppe synchron angesteuert werden. Die von der Gruppe der Bestrahlungslampen 10 erzeugte Gesamthelligkeit wird von dem optischen Sensor 22 erfaßt, der daraufhin ein Helligkeitssignal an die Steuereinheit 14 zurückmeldet. Anhand dieses Signals wird die Helligkeit der Leuchtstofflampen 10 auf einen Sollwert geregelt, der über die Bedienungskonsole 24 eingegeben werden kann. Beispielsweise ist die Bedienungskonsole so gestaltet, daß unterschiedliche Hauttypen gewählt oder eingegeben werden können und dann anhand des Hauttyps elektronisch der Sollwert berechnet wird, auf den die Bestrahlungsintensität geregelt wird. Die Regelung der Lampenleistung erfolgt vorzugsweise stufenlos oder quasi-stufenlos (z.B. in Schritten von 2,5% Bereich von 25% bis 100% der maximalen Leistung).

In der Praxis wird das Bestrahlungsgerät zumeist mehrere Gruppen von Leuchtstofflampen 10 aufweisen, denen jeweils eine gesonderte Vorschaltgeräteeinheit 12 zugeordnet ist. In diesem Fall ist vorzugsweise eine einzige Steuereinheit 14 für sämtliche Vorschaltgeräteeinheiten vorgesehen. Jeder Gruppe von Leuchtstofflampen ist ein eigener optischer Sensor 22 zugeordnet, und die Steuereinheit 14 erzeugt für jedes der Leistungsteile 16 einen gesonderten Satz von Steuersignalen A und B.

In Figur 2 ist der prinzipielle Aufbau einer einzelnen Leistungseinheit 26 dargestellt. Die Leistungseinheit erhält die Gleichspannung von +340 V von der zentralen Gleichspannungsquelle 18. Zwei Leistungstransistoren T1 und T2

- (FETs) sind in Serie zwischen den Spannungseingang und Masse geschaltet. Zwei Kondensatoren C1 und C2 sind in Serie parallel zu den Transistoren geschaltet. Die Mitte C zwischen den beiden Transistoren T1 und T2 ist über eine Drossel L1 mit einer Elektrode 28 der Leuchtstofflampe 10 verbunden.
- 5 Die andere Elektrode 30 der Leuchtstofflampe ist mit der Mitte zwischen den beiden Kondensatoren C1 und C2 verbunden. Ein Kondensator C3 und ein Widerstand R1 sind parallel zu den Elektroden 28, 30 der Leuchtstofflampe geschaltet.
- 10 Die Gate-Elektroden der Transistoren T1 und T2 werden durch die von der Steuereinheit 14 erhaltenen Steuersignale A und B im Gegentakt angesteuert, wie durch die Kurven A und B in Figur 3 veranschaulicht wird. Die Steuersignale A und B haben dieselbe Frequenz und Impulsbreite und sind um eine halbe Periodendauer gegeneinander phasenversetzt. In bekannter Weise wird
- 15 durch elektronische Sicherungsmaßnahmen dafür gesorgt, daß die Impulse, während derer die Transistoren T1 und T2 leitend sind, einander nicht überlappen. Wenn beide Transistoren sperren, stellt sich an dem mit der Elektrode 30 verbundenen Punkt zwischen den Kondensatoren C1 und C2 ein mittleres Potential von etwa 170 V ein. Wenn die Transistoren T1 und T2
- 20 im Gegentakt öffnen und schließen, nimmt das Potential am Punkt C in Figur 2 in bezug auf das mittlere Potential abwechselnd positive und negative Werte an, wie durch die Kurve C in Figur 3 veranschaulicht wird. Dieses Potential gelangt über die Drossel L1 an die Elektrode 28 und hält die Gasentladung in der Leuchtstofflampe 10 aufrecht.
- 25 Die Taktfrequenz der Steuersignale A und B und damit auch die Frequenz der gepulsten Spannung am Punkt C beträgt während des Betriebs der Lampe zwischen etwa 30 KHz und 40 kHz. Der Kondensator C3 und der Widerstand R1 bilden mit der Drossel L1 einen Schwingkreis, dessen Resonanzfrequenz
- 30 etwas oberhalb der Betriebsfrequenz der Lampe liegt. Aufgrund der Anregung dieses Schwingkreises fließt auch in den Impulspausen, in denen beide Transistoren T1 und T2 gesperrt sind, ein gewisser Heizstrom durch die Elektroden 28 und 30 der Leuchtstofflampe 10. Hierdurch wird sichergestellt, daß in der Leuchtstofflampe stets genügend Ladungsträger vorhanden sind, so
- 35 daß die Gasentladung nicht abbricht.

Bei gegebener Taktfrequenz der Steuersignale A und B und gegebener Induk-

tivität der Drossel L1 ist die Stärke des durch die Leuchtstofflampe fließenden Stromes vom Tastverhältnis der Steuersignale A und B abhängig. Die Steuereinheit 14 regelt die Helligkeit der Leuchtstofflampen 10 über das Tastverhältnis der Steuersignale A und B. Die Kurve C' in Figur 3 illustriert den Spannungsverlauf bei größerem Tastverhältnis und entsprechend größerer Lampenleistung. Da sämtliche Leuchtstofflampen 10 der in Figur 1 gezeigten Gruppe mit denselben Steuersignalen A und B angesteuert werden, wird eine wechselseitige Beeinflussung der Leuchtstofflampen und der zugehörigen Leistungseinheiten durch Störsignale vermieden.

10

Abweichend von dem beschriebenen Ausführungsbeispiel ist es auch denkbar, daß jede Leistungseinheit 26 von der Steuereinheit 14 durch individuelle Steuersignale A und B angesteuert wird. In diesem Fall sollten die den verschiedenen Leistungseinheiten zugeführten Signale jedoch dieselbe Frequenz und eine feste Phasenbeziehung, vorzugsweise dieselbe Phase, haben und sich lediglich im Tastverhältnis unterscheiden. Auf diese Weise läßt sich bei weitgehender Unterdrückung wechselseitiger Störeinflüsse eine individuelle Leistungsregelung jeder einzelnen Lampe erreichen.

20 Die Schaltung ist so ausgelegt, daß der Heizstrom durch die Elektroden 28 und 30 mit abnehmendem Tastverhältnis größer wird. Auf diese Weise läßt sich ein stabiler Lampenbetrieb auch dann aufrechterhalten, wenn die Lampe relativ stark gedimmt ist.

25 Beim Einschalten der Leuchtstofflampe 10 muß zunächst eine ausreichende Zündspannung bereitgestellt werden. Zu diesem Zweck ist die Steuereinheit 14 so ausgelegt, daß die Taktfrequenz der Steuersignale A und B beim Einschalten von einem hohen Anfangswert von etwa 80 KHz allmählich auf die Betriebsfrequenz abnimmt und dabei den Resonanzpunkt des durch die Drossel L1 und den Kondensator C3 gebildeten Schwingkreises durchquert. Die nötige Zündspannung wird dann durch Resonanzschwingungen dieses Schwingkreises bereitgestellt.

35 Wenn die Leuchtstofflampe 10 durch eine Lampe mit einer anderen Leistung ersetzt wird, beispielsweise eine Lampe mit 100 W statt 160 W, so brauchen lediglich die Drossel L1 und der Kondensator C3 ausgetauscht zu werden. Durch eine Drossel mit höherer Induktivität wird bei im übrigen unveränder-

ter Schaltung und Betriebsweise die Leistung der Leuchtstofflampe herabgesetzt. Der Kondensator C3 wird so angepaßt, daß der Resonanzpunkt des Schwingkreises wieder im richtigen Frequenzbereich liegt.

- 5 In einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung sind die Drossel L1 und der Kondensator C3 jeder Leistungseinheit 26 zu einem leicht austauschbaren Modul 32 (Steckmodul auf der Platine) zusammengefaßt. Wahlweise können das Modul 32 und gegebenenfalls auch der Widerstand R1 auch in den Sockel der jeweiligen Leuchtstofflampe 10 integriert sein. Wenn das Bestra-
- 10 lungsgerät auf eine geringere Lampenleistung umgerüstet werden soll, brauchen somit lediglich die Leuchtstofflampen und gegebenenfalls die Module 32 ausgetauscht zu werden. Es können auch Lampen mit unterschiedlicher Leistung in einer Gruppe miteinander kombiniert werden und durch dieselbe Vorschaltgeräteeinheit 12 gesteuert werden.

15

- Um eine Überlastung des Netzes beim Einschalten des Bestrahlungsgerätes zu vermeiden, ist es zweckmäßig, die Lampen zeitversetzt einzuschalten. Wenn das Bestrahlungsgerät mehrere Lampengruppen 10 mit zugehörigen Vorschaltgeräteeinheiten 12 aufweist, läßt sich das zeitversetzte Einschalten
- 20 der einzelnen Gruppen einfach durch entsprechende Programmierung der Steuereinheit 14 erreichen. Falls auch die einzelnen Lampen 10 jeder Gruppe zeitversetzt eingeschaltet werden sollen, müssen die einzelnen Leistungseinheiten 26 unabhängig voneinander durch die Steuereinheit 14 angesprochen werden können. Die Steuereinheit 14 führt dann nacheinander die
- 25 Zündprozeduren für die einzelnen Lampen aus, indem sie der betreffenden Leistungseinheit 26 Steuersignale mit einer von 80 kHz auf 30 kHz abnehmenden Taktfrequenz zuführt. Wenn die Lampen gezündet haben, werden jedoch sämtliche Leistungseinheiten 26 wieder durch die Steuersignale A und B mit derselben Frequenz und derselben Phase angesteuert, um gegenseitige
- 30 Störeinflüsse während des Betriebs der Lampen zu vermeiden.

- Um einen stabilen, störungsfreien Betrieb der Leuchtstofflampen 10 auch dann zu gewährleisten, wenn Lampen unterschiedlicher Fabrikate in derselben Gruppe miteinander kombiniert werden, ist es zweckmäßig, die Leistungseinheiten 26 mit einer relativ hohen Betriebsspannung zu betreiben
- 35 und die Leistung durch eine entsprechend hohe Induktivität der Drossel L1 zu begrenzen. Unter diesem Gesichtspunkt hat sich eine Betriebsspannung

von 340 V als besonders geeignet erwiesen. Durch Gleichrichten der in Deutschland üblichen Netzwechselspannung von 220 V mit einem gewöhnlichen Gleichrichter läßt sich jedoch nur eine Gleichspannung von etwa 310 V erzielen.

5

Figur 4 zeigt eine Prinzipskizze der Gleichspannungsquelle 18, mit der die Netzspannung von 220 V in die gewünschte Gleichspannung von 340 V umgewandelt und zugleich die elektromagnetische Verträglichkeit des Bestrahlungsgerätes gewährleistet werden kann.

10

Gemäß Figur 4 weist die Gleichspannungsquelle 18 in üblicher Weise einen durch vier Dioden D1 - D4 gebildeten Gleichrichter und einen nachgeschalteten Glättungskondensator C4 auf.

15 Erfindungsgemäß sind dem Gleichrichter eine Drossel L2 und ein Kondensator C5 vorgeschaltet, die als Tiefpaß zweiter Ordnung geschaltet sind. Die Wirkungsweise dieser Schaltung soll nachfolgend anhand der Figuren 5 und 6 erläutert werden.

20 Ohne das Tiefpaßfilter würde sich der Kondensator C4 im unbelasteten Zustand auf eine Spannung von etwa 310 V aufladen. Wenn jedoch eine Last - im vorliegenden Fall das Leistungsteil 16 - angeschlossen wird, so kommt es während jeder Halbwelle der Netzwechselspannung zu einer gewissen Entladung des Kondensators C4, bis entweder das Diodenpaar D1, D3 oder das

25 Diodenpaar D2, D4 leitend wird und der Kondensator sich schlagartig wieder auflädt. Die Belastung des Netzes entspricht in diesem Fall einer Wellenform, die qualitativ durch die Kurve 34 in Figur 5 wiedergegeben wird. Man erkennt, daß diese Belastung durch relativ scharfe Ausschläge mit abwechselnd entgegengesetzter Polarität gekennzeichnet ist und stark von einer sinusförmigen Belastung abweicht.

30 Das Frequenzspektrum gemäß Figur 6 weist deshalb neben einem Maximum bei der Grundfrequenz von 50 Hz auch relativ ausgeprägte Maxima bei den ungeradzahlgigen Oberwellen, das heißt bei 150 Hz, 250 Hz, etc. auf. Der zunehmende Einsatz von Verbrauchern, insbesondere solchen mit hoher Leistung, die das Netz mit derartigen Oberwellen belasten,

35 macht es für die Stromversorgungsunternehmen immer schwieriger, eine stabile sinusförmige Netzwechselspannung von 50 Hz zu gewährleisten. Aus diesem Grund sollte bei Verbrauchern mit hoher Leistung die Belastung

des Netzes durch Oberwellen in Grenzen gehalten werden.

In Figur 6 ist mit 36 die Übertragungskurve des Tiefpaßfilters L2, C5 nach Figur 4 dargestellt. Dieses Tiefpaßfilter ist so ausgelegt, daß die Grenzfrequenz in der Größenordnung der dreifachen Netzfrequenz, also etwa bei 150 Hz, und vorzugsweise etwas darunter liegt. Durch diese relativ einfache Maßnahme läßt sich erreichen, daß die Oberwellen wirksam unterdrückt werden und die Netzbelastung einen annähernd sinusförmigen Verlauf hat, wie durch die Kurve 38 in Figur 5 angegeben wird.

10

Durch die Verwendung eines Tiefpaßfilters zweiter Ordnung ergibt sich zugleich unterhalb der Grenzfrequenz eine gewisse Resonanzüberhöhung der Kurve 36, mit der Folge, daß diese Kurve bei der Netzfrequenz von 50 Hz einen höheren Wert hat als bei der Frequenz 0. Aufgrund dieser Resonanzüberhöhung hat die am Ausgang der Gleichspannungsquelle zur Verfügung stehende Spannung den Wert von 340 V, der für den stabilen Betrieb der Leuchtstofflampen 10 optimal ist und etwas oberhalb des theoretisch - ohne das Tiefpaßfilter - erreichbaren Wertes von 310 V liegt. Darüberhinaus lassen sich bei gegebener Grenzfrequenz des Tiefpaßfilters die Induktivität der Drossel L2 und die Kapazität des Kondensators C5 so abstimmen, daß die Stromkurve und die Spannungskurve nahezu in Phase sind, so daß sich die Gleichspannungsquelle 18 und damit das gesamte Bestrahlungsgerät am Netz im wesentlichen wie eine Ohmsche Last verhält ($\cos \phi = 1$).

25

30

35

SCHUTZANSPRÜCHE

1. Bestrahlungsgerät mit mehreren Leuchtstofflampen (10) und zugehörigen elektronischen Vorschaltgeräten, dadurch **gekennzeichnet**, daß die Leistungseinheiten (26) der Vorschaltgeräte für mehrere Leuchtstofflampen (10) durch eine gemeinsame Gleichspannungsquelle (18) gespeist werden.
2. Bestrahlungsgerät mit mehreren Leuchtstofflampen (10) und zugehörigen elektronischen Vorschaltgeräten, insbesondere nach Anspruch 1, **gekennzeichnet** durch eine Steuereinheit (14), die die Leistungseinheiten (26) der Vorschaltgeräte für mehrere Leuchtstofflampen (10), die in dem Bestrahlungsgerät unmittelbar benachbart zueinander angeordnet sind, mit Steuersignalen (A, B) mit derselben Frequenz und fester Phasenbeziehung ansteuert.
3. Bestrahlungsgerät nach Anspruch 2, dadurch **gekennzeichnet**, daß die den Leistungseinheiten (26) zugeführten Steuersignale (A, B) gleichphasig sind.
4. Bestrahlungsgerät nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch **gekennzeichnet**, daß die Leistungseinheiten (26) durch Steuersignale (A, B) mit variabler Nutzpulsbreite gesteuert werden.
5. Bestrahlungsgerät nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch **gekennzeichnet**, daß die Leistungseinheiten (26) der Vorschaltgeräte mit Leistungsschaltelementen (T1, T2) bestückt sind, die für eine Leistung von mindestens 160 W je Leuchtstofflampe ausgelegt sind, daß jeder Leuchtstofflampe (10) eine in Serie mit der Entladungsstrecke der Leuchtstofflampe geschaltete Drossel (L1) und ein parallel zu der Entladungsstrecke geschalteter Kondensator (C3) zugeordnet sind und daß die Drossel (L1) und der Kondensator (C3) ein austauschbares Modul (32) bilden, das der tatsächlichen Leistung der Bestrahlungslampe (10) angepaßt ist.
6. Bestrahlungsgerät nach einem der vorstehenden Ansprüche, mit einem Gleichrichter (D1 - D4) zur Umwandlung der Netzwechselspannung in eine den Leistungseinheiten (26) zuzuführende Gleichspannung, dadurch **gekennzeichnet**, daß dem Gleichrichter ein Tiefpaßfilter (L2, C5) vorgeschaltet ist,

dessen Grenzfrequenz in der Größenordnung der dreifachen Netzfrequenz liegt.

7. Bestrahlungsgerät nach Anspruch 6, dadurch **gekennzeichnet**, daß das
5 Tiefpaßfilter eine Drossel (L2) und einen Kondensator (C5) aufweist und als Tiefpaß zweiter Ordnung geschaltet ist, dessen Übertragungskurve (36) bei der Netzfrequenz eine Resonanzüberhöhung aufweist.

10

15

20

25

30

35

Fig. 3

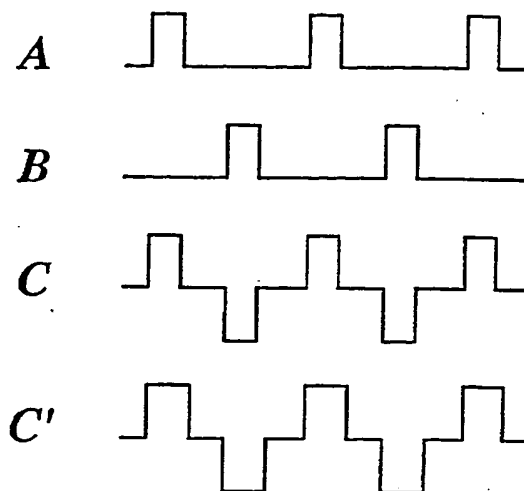


Fig. 4

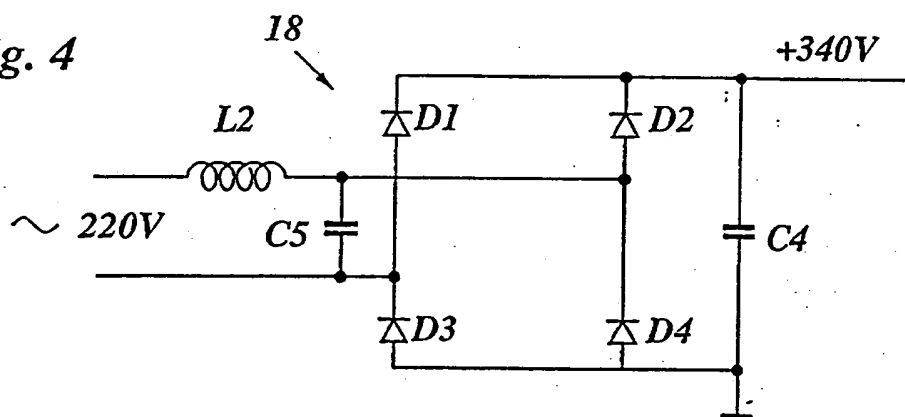


Fig. 5

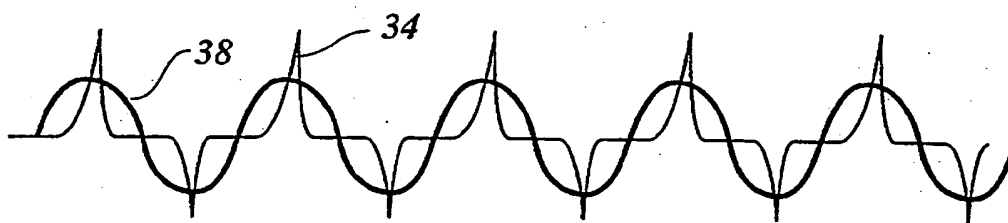


Fig. 6

